

ELECTRONIC NOISE ELIMINATING SYSTEM

Patent Number: JP62001156
Publication date: 1987-01-07
Inventor(s): HAMADA HARUO; others: 06
Applicant(s):: HITACHI PLANT ENG & CONSTR CO LTD; others: 02
Requested Patent: ☐ JP62001156
Application JP19850139294 19850626
Priority Number(s):
IPC Classification: G11B11/16 ; F01N1/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE:To eliminate stably with high accuracy non-stationary noise in a wide band, which is generated in a propagation path of a duct line, etc., by suppressing acoustic feedback to a mechanical-electric transducing means for detecting a propagation sound wave from a noise source, from an electric- mechanical transducing means being an additional sound source.

CONSTITUTION:A propagation sound wave from a noise source is detected by a microphone M1 first, converted to an electric signal and inputted to a controller 12, and also an evaluating signal 20 for evaluating noise eliminating effect from a microphone 12 is inputted to the controller 12. The controller 12 outputs a driving signal by which the output of a microphone M2 is reduced to zero by the interference of a noise eliminating sound wave which is radiated from an additional sound source S and a propagation sound wave which is generated from the noise source, in an installed position of the microphone M2, to the additional sound source S. In such way, in the installed position of the microphone M2, the sound wave which is generated from the noise source can be erased.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-1156

⑪ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)1月7日

G 11 B 11/16
F 01 N 1/00

7426-5D
8511-3G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全10頁)

⑭ 発明の名称 電子消音システム

⑮ 特 願 昭60-139294

⑯ 出 願 昭60(1985)6月26日

⑰ 発 明 者 浜 田 晴 夫 小金井市梶野町4-8-1

⑱ 発 明 者 榎 田 隆 氏 市川市福栄4-9-1

⑲ 発 明 者 三 浦 種 敏 国分寺市南町1-11-20

⑳ 発 明 者 高 橋 稔 東京都千代田区内神田1丁目1番14号 日立プラント建設株式会社内

㉑ 出 願 人 日立プラント建設株式会社 東京都千代田区内神田1丁目1番14号

㉒ 出 願 人 三 浦 種 敏 国分寺市南町1-11-20

㉓ 出 願 人 浜 田 晴 夫 小金井市梶野町4-8-1

㉔ 代 理 人 弁理士 松浦 憲三

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

電子消音システム

2. 特許請求の範囲

音波の伝搬通路内に於ける騒音源からの伝搬音波に対して逆位相で且つ同一音圧の音波を発生させ、前記伝搬通路内の所定位置でその音波干渉により消音を行う電子消音システムにおいて、

前記伝搬通路内の前記所定位置より騒音源側に配設され、該騒音源からの伝搬音波を検出し電気信号に変換する第1の機械電気変換手段と、

前記伝搬通路内に於ける第1の機械電気変換手段の配設位置と前記所定位置との間に設けられ騒音源からの伝搬音波を該所定位置において打ち消すための音波を放射する第1の電気機械変換手段と、

前記伝搬通路内に於ける第1の機械電気変換手段と第1の電気機械変換手段との間に設けられ第1の電気機械変換手段から第1の機械電気変換手

段に伝搬する音波を打ち消すための音波を放射する第2の電気機械変換手段と、

前記伝搬通路内の前記所定位置に設けられ騒音源からの伝搬音波と前記第1、第2の電気機械変換手段から放射される音波との干渉状態を検出する第2の機械電気変換手段と、

第1、第2の機械電気変換手段からのアナログ信号をデジタル信号に変換すると共に、第1、第2の駆動信号作成手段からのデジタル出力をアナログ信号に変換し前記第1、第2の電気機械変換手段に出力する入出力インターフェースと、

入出力インターフェースを介して入力される第1の機械電気変換手段の出力信号を受けて与えられた伝達関数に基づいて所定の振幅特性及び位相特性を有する第1の電気機械変換手段の駆動信号を作成する第1の駆動信号作成手段と、

前記第1の駆動信号作成手段の出力信号を受けて与えられた伝達関数に基づいて所定の振幅特性及び位相特性を有する第2の電気機械変換手段の駆動信号を作成する第2の駆動信号作成手段と、

第1、第2の機械電気変換手段の出力信号を入力出力インターフェースを介して取り込み、これらの出力信号に基づいてデジタル演算処理し、前記伝搬通路内の音波の伝搬特性を示す伝達関数、前記各電気音響変換手段間における音圧-電圧変換特性若しくは電圧-音圧変換特性を示す伝達関数を求め、これらの伝達関数に基づいて前記第2の機械電気変換手段の出力信号が零になるように第1の駆動信号作成手段に付与すべき伝達関数及び第1の電気機械変換手段から第1の機械電気変換手段への音波の帰還を打ち消す為の第2の駆動信号作成手段に付与すべき伝達関数を決定し、これらの伝達関数を特定する制御パラメータを前記第1、第2の駆動信号作成手段に設定すると共に、伝搬通路の伝搬特性の変化及び制御系の特性変化に応じて前記制御パラメータを修正する制御手段とを有することを特徴とする電子消音システム。

3. 発明の詳細な説明

(発明の利用分野)

ており、現在ではまだ本格的な実用段階には至っていない。

電子消音システムを実用化するための技術課題はその制御系設計の基礎となるモデルの構築にあり、そのモデルは下記の点に対応できることが要求される。先ず第1の問題は連続スペクトル騒音の消音用フィルタを形成することである。即ち変圧器騒音やコンプレッサ騒音のような離散スペクトル騒音のみならず自動車騒音や気流騒音のような連続スペクトル騒音に対しても付加音を発生させることができれば電子消音システムの用途が更に拡大する。この実現に当たっては任意の振幅特性と位相特性が得られるフィルタが必要となる。

第2の問題はセンサーマイクロホンに対する付加音の帰還を防止しなければならないという点である。即ち電子消音システムでは音波が伝搬する伝搬通路内における騒音源と付加音源との間にセンサーマイクロホンが設置され、これにより検出した音から何等かの手段で騒音源からの伝搬音波

本発明は電子消音システムに係り、特にデジタルフィルタを組み込んだコンピュータシステムにより適応制御を行うことにより、管路等の伝搬通路内に発生する非定常的騒音の消音を可能とした電子消音システムの改良に関する。

(発明の背景)

管内騒音に対する消音を管構造による干渉や管に内貼りした多孔質材による吸音等の現象を利用して行う受動型消音器は広く実用に供されているが、消音器のサイズ、圧力損失等の点でその改善に対する要求が多い。

一方これに対して管内騒音を消音するもう一つの方法として古くから提案されていた能動型消音器、即ち音源から伝搬してきた騒音に対し、同一音圧、逆位相の付加音を放射し、音波干渉により消音効果を強制的に生じさせる電子消音システムが着目されつつある。これは電子デバイス、信号処理技術等の急速な発達に伴って、最近様々な観点からの研究成果が次々と発表されている。

しかしながら、解決すべき多くの問題が山積し

を打ち消す為の音波を放射する付加音源を駆動するための電気信号を作成することが必要となる。この場合に付加音源から放射される音波はセンサマイクロホンにも捕らえられるために結局、付加音源とセンサマイクロホンとの間に音響的フィードバック系が形成されるのでこれに対する対策が必須となる。特に電子消音システムを小型化し且つダクト等の管路の任意の位置に取付け可能に構成するためにはセンサマイクロホンと付加音源とを近接せざるを得ない為この音響的フィードバックの影響は大きく、これに対する対策が重要となる。

更に第3の問題は電子消音システムに用いられるマイクロホン、スピーカー等の電気音響変換器の特性補正を可能にすることである。即ち電子消音システムの制御機能を安定化させるためには制御系に電気音響変換器の微小な特性劣化を補正する機能を持たせることが必須であり、この問題も解決しなければならない。

従来のこの種の電子消音器にあっては上記の技

術課題については何等解決されておらず、それ故電子消音システムは実用化されていなかった。

これに対して我々は後述するように上記問題点に対応できる単極音源方式(MONOPOL E SYSTEM)の電子消音システムについてのモデルを解明した。しかしこのモデルに基づいてシステムを構成すると、騒音源からの伝搬音波を打ち消すために付加音源から放射される音波のセンサマイクロホンに対する帰還を打ち消すための対策、即ち制御系の構成が複雑になるという問題があった。

従って、我々が既に提案した単極音源方式を採用した電子消音システムでは付加音源からセンサマイクロホンへの音響的フィードバックを抑制する為の対策としてはセンサマイクロホン等の各電気音響変換器の指向性、これらの位置関係の配慮、更には付加音源からセンサマイクロホン側に至る音波の伝搬通路内に吸音材を貼着する等の消極的な手段のみによらざるを得ないという問題があった。

ける第1の機械電気変換手段の配設位置と前記所定位置との間に設けられ騒音源からの伝搬音波を該所定位置において打ち消すための音波を放射する第1の電気機械変換手段と、前記伝搬通路内に於ける第1の機械電気変換手段と第1の電気機械変換手段との間に設けられ第1の電気機械変換手段から第1の機械電気変換手段に伝搬する音波を打ち消すための音波を放射する第2の電気機械変換手段と、前記伝搬通路内の前記所定位置に設けられ騒音源からの伝搬音波と前記第1、第2の電気機械変換手段から放射される音波との干渉状態を検出する第2の機械電気変換手段と、第1、第2の機械電気変換手段からのアナログ信号をデジタル信号に変換すると共に、第1、第2の駆動信号作成手段からのデジタル出力をアナログ信号に変換し前記第1、第2の電気機械変換手段に出力する入出力インターフェースと、入出力インターフェースを介して入力される第1の機械電気変換手段の出力信号を受けて与えられた伝達関数に基づいて所定の振幅特性及び位相特性を有する

(発明の目的)

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、付加音源である電気機械変換手段から騒音源からの伝搬音波を検出する機械電気変換手段への音響的フィードバックを簡単な構成で積極的に抑制することができる電子消音システムの制御系の設計の基礎となるモデルを解明し、このモデルにもとづいて構成された管路等の伝搬通路に発生する非定常的騒音について高精度の消音を可能とした電子消音システムを提供することを目的としている。

(発明の概要)

本発明は前記目的を達成するために、音波の伝搬通路内に於ける騒音源からの伝搬音波に対して逆位相で且つ同一音圧の音波を発生させ、前記伝搬通路内の所定位置でその音波干渉により消音を行う電子消音システムにおいて、前記伝搬通路内の前記所定位置より騒音源側に配設され、該騒音源からの伝搬音波を検出し電気信号に変換する第1の機械電気変換手段と、前記伝搬通路内に於

ける第1の電気機械変換手段の駆動信号を作成する第1の駆動信号作成手段と、前記第1の駆動信号作成手段の出力信号を受けて与えられた伝達関数に基づいて所定の振幅特性及び位相特性を有する第2の電気機械変換手段の駆動信号を作成する第2の駆動信号作成手段と、第1、第2の機械電気変換手段の出力信号を入出力インターフェースを介して取り込み、これらの出力信号に基づいてデジタル演算処理し、前記伝搬通路内の音波の伝搬特性を示す伝達関数、前記各電気音響変換手段間における音圧-電圧変換特性若しくは電圧-音圧変換特性を示す伝達関数を求め、これらの伝達関数に基づいて前記第2の機械電気変換手段の出力信号が零になるように第1の駆動信号作成手段に付与すべき伝達関数及び第1の電気機械変換手段から第1の機械電気変換手段への音波の帰還を打ち消す為の第2の駆動信号作成手段に付与すべき伝達関数を決定し、これらの伝達関数を特定する制御パラメータを前記第1、第2の駆動信号作成手段に設定すると共に、伝搬通路の伝搬特性の要

化及び制御系の特性変化に応じて前記制御パラメータを修正する制御手段とを有することを特徴とする。

(実施例)

以下、添付図面に従って本発明に係る電子消音システムの好ましい実施例について説明する。具体的な実施例の説明に先立ち、付加音源が単一である単極音源方式 (MONOPOLE SYSTEM) の電子消音システムの原理について第1図乃至第3図に基づいて説明する。第1図には単極音源方式の電子消音システムの原理図が示されており、同図に於いて音波の伝搬通路10内にはセンサマイクロホン M_1 と、該センサマイクロホン M_1 の設置位置より下流側には消音効果を評価する為のマイクロホン M_2 がそれぞれ設置されている。更にマイクロホン M_1 、 M_2 の間には付加音源Sが設けられている。またセンサマイクロホン M_1 と付加音源Sとの間にはコントローラ12が設けられている。上記構成に於いて騒音源からの伝搬音波は先ずマイクロホン M_1 により検出され

、電気信号に変換されてコントローラ12に入力される。又コントローラ12にはマイクロホン12からの消音効果を評価する為の評価信号20が入力される。コントローラ12はマイクロホン M_2 の設置位置に於いて付加音源Sから放射された消音用音波と騒音源から発せられた伝搬音波との干渉によりマイクロホン M_2 の出力が零になるような駆動信号を付加音源Sに出力する。このように構成することによりマイクロホン M_2 の設置位置に於いて騒音源から発せられた音波を消去することができる。このような構成の電子消音システムに於いて消音効果を高める為には第1図に於いて示す各電気音響変換器間に於ける音の伝搬特性を示す伝達関数 G_d 、 G_d' 、 G_t の他にマイクロホン M_1 、 M_2 、付加音源S等の各々の電気音響変換器自体の変換特性をも加味したモデルを検討する必要がある。更にこのように検討されたモデル内の各要素が明確に定義されていることも必要である。

このような観点から我々は第1図に於ける電気

信号の流れと音波の伝搬について詳細に検討した結果、マイクロホン M_1 の出力、付加音源Sの入力、マイクロホン M_2 の出力の各々の端子に電気的に測定可能な評価点 V_A 、 V_B 、 V_C を設けることにより、電子消音システムの制御系の設計の基礎となるモデルを構築できることを解明した。その具体的モデルを第2図を用いて説明する。同図に於いて太線の矢印は音波の伝搬方向を示し、実線で示された矢印は電気信号の流れを示している。又、 P_1 、 P_2 は伝搬通路10内に於ける下流方向に伝搬する騒音源からの伝搬音波のマイクロホン M_1 、 M_2 の設置位置に於けるそれぞれの音圧、 V_A 、 V_B 、 V_C は既述したようにマイクロホン M_1 、付加音源としてのスピーカS、マイクロホン M_2 のそれぞれに設けられた測定点に於ける電圧である。又 H_{n1} はマイクロホン M_1 の下流方向に伝搬する音波に対する音圧—電圧変換特性を示す伝達関数、 H_{n2} はマイクロホン M_2 の伝搬通路10内に於ける下流方向に伝搬する音波に対する音圧—電圧変換特性を示す伝達関数、 H_{n1}'

は付加音源Sの方向から伝搬する音波に対するマイクロホン M_1 の音圧—電圧変換特性を示す伝達関数、 H_{n2}' はマイクロホン M_2 の付加音源Sの方向から伝搬する音波に対する音圧—電圧変換特性を示す伝達関数、 H_s は付加音源Sのマイクロホン M_1 の方向への電圧—音圧変換特性を示す伝達関数、 H_s' は付加音源Sのマイクロホン M_2 の方向への電圧—音圧変換特性を示す伝達関数である。又 H_c はコントローラ12の制御特性を示す伝達関数である。第2図に示したモデルに於いて付加音源Sからマイクロホン M_1 へ伝搬する音波について付加音源S、マイクロホン M_1 の変換特性を加味した伝搬特性を示す伝達関数を H_r 、又付加音源Sからマイクロホン M_2 の方向に伝搬する音波について付加音源S、マイクロホン M_2 の変換特性を加味した伝搬特性を示す伝達関数を H_t とすると、これらの伝達関数は次式で表される。

$$H_r = H_{n1}' \cdot G_d' \cdot H_s' \quad \dots (1)$$

$$H_t = H_s \cdot G_d \cdot H_{ns} \quad \dots (2)$$

このように第2図で示されたモデルを伝達関数 H_r 、 H_t に置き換えることにより第3図に示すようにそのモデルが更に簡便化される。次に第3図に基づいて付加音源 S から放射される騒音源からの伝搬音波を打ち消す為の音波を発生させる為のコントローラ12の制御特性を示す伝達関数 H_e を導く。

ここでマイクロホン M_1 の設置位置に於ける音圧 P_1 、各測定点に於ける電圧 V_A 、 V_B 、 V_C はそれぞれ次式で表わされる。

$$P_1 = P_s \cdot G_d \quad \dots (3)$$

$$V_A = P_1 \cdot H_{n1} + V_B \cdot H_r \quad \dots (4)$$

$$V_B = V_A \cdot H_e \quad \dots (5)$$

$$V_C = P_s \cdot H_{ns} + V_B \cdot H_t \quad \dots (6)$$

また(4)、(5)式より V_A は次式で表される。

$$V_A = \frac{P_s \cdot H_{n1}}{1 - H_e \cdot H_r} \quad \dots (7)$$

同様に(3)、(5)、(7)式より V_C は次式で表される。

付加音源からセンサマイクロホン M_1 への音響的フィードバックを容易に抑制することが出来る双極音源方式 (DIPOLE SYSTEM) の電子消音システムを提案するものである。

第4図には本発明に係る双極音源方式の電子消音システムの原理図が示されている。同図に於いて第1図に示した単極音源方式の電子消音システムと構成上、異なる点は騒音源からの伝搬音波を打ち消す為の音波を放射する付加音源 S_1 に加えて、該付加音源 S_1 からセンサマイクロホン M_1 方向に放射される音波を打ち消す為の音波を放射する第2の付加音源 S_2 を設けると共に、付加音源 S_2 に所要の駆動信号を与える専用のコントローラを設けた点である。

ここで H_e 、 H_c はそれぞれコントローラ12、14の制御特性を示す伝達関数である。

さて、第4図に於ける評価点 V_A 、 V_B 、 V_C を基準にして単極音源方式の場合と同様に伝搬通路10内の音波の伝搬特性及び各電気音響変換器自体の変換特性を考慮したモデルを第5図に示す。

$$V_C = P_s \left(G_d \cdot H_{ns} + \frac{H_{n1} \cdot H_e \cdot H_t}{1 - H_e \cdot H_r} \right) \quad \dots (8)$$

$V_C = 0$ とするためには、

$$G_d \cdot H_{ns} = - \frac{H_{n1} \cdot H_e \cdot H_t}{1 - H_e \cdot H_r} \quad \dots (9)$$

式(9)が成立しなければならない。これにより伝達関数 H_e は次式で表される。

$$H_e = \frac{-G_d \cdot \frac{H_{ns}}{H_{n1}}}{H_t - G_d \cdot \frac{H_{ns}}{H_{n1}} \cdot H_r} \quad \dots (10)$$

00式から判るように伝達関数 H_e を決定するためには

$$G_d \cdot \frac{H_{ns}}{H_{n1}}, H_t, H_r \text{ の各伝達関数が必}$$

要となるが、これらはいずれも測定点を V_A 、 V_B 、 V_C として同定可能であることが明らかとなった。

このように単極音源方式の電子消音システムに於いても(発明の背景)に述べた3つの問題点に対応できることが明らかであるが、本発明は更に

。同図に於いて G_d はマイクロホン M_1 からマイクロホン M_2 への音波の伝搬特性を示す伝達関数、 H_{n1} 、 H_{ns} はそれぞれ伝搬通路10内に於ける下流方向に伝搬する音波に対する音圧—電圧変換特性を示す伝達関数である。

又 H_{e1} 、 H_{e2} はそれぞれ付加音源であるスピーカ S_1 、 S_2 から消音効果評価用のマイクロホン M_1 に至る系の各電気音響変換器自体の変換特性及び伝搬通路10内の音波の伝搬特性を含めて表現した伝達関数、 H_{r1} 、 H_{r2} はそれぞれスピーカ S_1 、 S_2 からセンサマイクロホン M_1 に至る系の各電気音響変換器自体の変換特性及び伝搬通路10内の音波の伝搬特性を含めて表現した伝達関数、 H_{t1} 、 H_{t2} はそれぞれスピーカ S_1 、 S_2 からセンサマイクロホン M_1 に至る系の各電気音響変換器自体の変換特性及び伝搬通路10内の音波の伝搬特性を含めて表現した伝達関数である。

尚、第2図、第3図と同様に太線の矢印は音波の伝搬方向を示し、実線で示された矢印は電気信号の流れを示している。

第5図に示すモデルに於いて、評価点 V_0 — V_1 間の伝達関数を H_r 、評価点 V_1 — V_2 間の伝達関数を H_t とすれば伝達関数 H_r 、 H_t を次のように定義することにより第3図に示した単極音源方式のモデルと同様に取り扱うことができる。

$$H_r = H_{r1} + H_c H_{r2} \quad \dots\dots (11)$$

$$H_t = H_{t1} + H_c H_{t2} \quad \dots\dots (12)$$

ここで式(11)、(12)中のコントローラの制御特性を示す伝達関数 H_c を適当に選択することにより既述したようなセンサマイクロホン M_1 に対する付加音源 S_1 からの消音用音波の帰還を制御することが可能である。

先ず、次式で定義される m を考える。

$$m = \frac{H_{t1}}{H_{r1}} \quad \dots\dots (13)$$

m は伝達通路10内に騒音が存在しない場合に於ける複素電圧比 V_1/V_0 を表す。

式(11)、(12)、(13)により伝達関

H_c は簡単な形で表され、第2の付加音源 S_2 に対する制御特性が決定される。

更に式(15)を式(11)、(12)に代入することにより伝達関数 H_r 、 H_t は各々、次式となる。

$$H_r = 0 \quad \dots\dots (16)$$

$$H_t = H_{t1} - H_{t2} \cdot H_{r1} / H_{r2} \quad \dots\dots (17)$$

以上のように伝達関数 H_c を理想的なものと仮定し、更にマイクロホン M_1 、 M_2 が同一特性で第2の付加音源であるスピーカ S_2 の位置を両マイクロホン M_1 、 M_2 に対称な位置に設置すると仮定すれば $H_{t2} = H_{r2}$ となり式(17)は次のようになる。

$$H_t = H_{t1} - H_{r1} \quad \dots\dots (18)$$

現実にはいろいろな制約からこれらの仮定を正確に実現することは困難であるが可及的にそれに近づけることにより系の制御性向上に極めて有効であると考えられる。

次に付加音源 S_1 に消音用音波を放射させるように付加音源 S_1 を制御するコントローラ12の

数 H_c は m を用いて次式のように表現される。

$$H_c = - \frac{H_{r1}}{H_{r2}} \cdot \frac{H_{t1} / H_{r1} - m}{H_{t1} / H_{r2} - m} \quad \dots\dots (14)$$

センサマイクロホン M_1 に対する付加音源であるスピーカ S_1 、 S_2 からの付加音の帰還を防止するためには $H_r \rightarrow 0$ にすること、換言すれば $m \rightarrow \infty$ とすることである。式(14)に於いて $m \rightarrow \infty$ とすると、

$$m \gg \frac{H_{t1}}{H_{r1}} \quad , \quad m \gg \frac{H_{t2}}{H_{r2}}$$

と考えてよいから式(14)は

$$H_c = - \frac{H_{r1}}{H_{r2}} \quad \dots\dots (15)$$

となり、このようにコントローラ14の伝達関数

制御特性を示す伝達関数 H_0 は式(10)に式(16)、(18)を代入して

$$H_0 = \frac{-G_d \cdot H_{n2} / H_{n1}}{H_{t1} - H_{r1}} \quad \dots\dots (19)$$

となり、非常に簡単な形で表される。従って式(19)から明らかなようにコントローラ12の伝達関数 H_0 はコントローラ14の伝達関数 H_c を考慮しなくても容易に実現できることになる。

伝達関数 H_0 を決定する為には $G_d \cdot H_{n2} / H_{n1}$ 、 H_{t1} 、 H_{r1} の各伝達関数が必要となるが、これらはいずれも測定点を V_0 、 V_1 、 V_2 として同定可能であることが明らかとなった。

また、式(16)で示されるように伝達関数 H_r が零となる為音響的フィードバック系は形成されず、常に制御システムは安定である。

次に第6図に上記したモデルに基づいて構成された本発明に係る電子消音システムの具体的構成

を示す。同図において伝搬通路10の騒音源側には伝搬音波の情報抽出用のマイクロホン M_1 、の下流側には音波干渉による消音効果を評価するためのマイクロホン M_2 が設置されている。更に伝搬通路10におけるマイクロホン M_1 、 M_2 との間の管壁には付加音源としてのスピーカ S_1 が、またスピーカ S_1 とマイクロホン M_1 との間には第2の付加音源としてのスピーカ S_2 がそれぞれ設置されている。ここでスピーカ S_1 とマイクロホン M_1 との距離をスピーカ S_1 とマイクロホン M_2 との距離と比較して長くなるように各電気音響変換器 M_1 、 M_2 、 S_1 が設置される。これはスピーカ S_1 からマイクロホン M_1 への音響的フィードバックを抑制する為に音波の自然減衰を意図したものである。またスピーカ S_2 はマイクロホン M_1 、 M_2 の設置位置に対し対称な位置に設置され、マイクロホン M_1 、 M_2 は特性の揃ったものが使用される。これは既述したようにスピーカ S_1 、 S_2 の駆動制御を独立に行い得るようにすると共に、制御系の特性を簡単化することを意図

2、34に所定の伝達関数を与えるための制御パラメータを設定する。更に制御部50は前記制御パラメータを伝搬通路10内の外乱、例えば空気流の変動等による音波の伝搬特性の変化及び制御系の特性変化に応じて修正するように適応制御を行う。

上記構成において、先ずデジタルフィルタ32、34にはそれぞれ伝達関数の導出結果から定められた第5図に示した伝達関数 H_e 、 H_c に相当する伝達関数を付与する為の制御パラメータが制御部50より設定される。この状態において伝搬通路10内において騒音源より発せられた音波がマイクロホン M_1 により検出されると、マイクロホン M_1 からの出力信号は入出力インターフェース30のA/D変換部22を介してデジタルフィルタ32、制御部50にそれぞれ入力される。

他方、騒音源からの伝搬音波はマイクロホン M_2 により検出され、マイクロホン M_2 の検出出力はA/D変換部28を介して制御部50に取り込

めたものである。

30は入出力インターフェースであり、A/D変換部22、28とD/A変換部24、26とから構成されている。32はD/A変換部26を介して騒音源からの伝搬音波を打ち消すための音波を放射するスピーカ S_1 に出力する駆動信号を作成するデジタルフィルタであり、34はデジタルフィルタ32の出力信号を受けて、D/A変換部24を介してスピーカ S_2 からマイクロホン M_1 に帰還する音波を打ち消すための音波を放射するスピーカ S_2 に出力する駆動信号を作成するデジタルフィルタである。

また制御部50はマイクロホン M_1 、 M_2 からA/D変換部22、28を介して、取り込まれた入力信号に基づいて、伝搬通路10内に騒音が存在しない状態に於いて、各回路部にテスト信号を出力し、各電気音響変換器間における伝搬音波の伝搬特性もしくは各電気音響変換器自体の変換特性を示す伝達関数を導出した後、又は伝搬通路10内に騒音が存在する場合にデジタルフィルタ3

2、34に所定の伝達関数を与えるための制御パラメータを設定する。更に制御部50は前記制御パラメータを伝搬通路10内の外乱、例えば空気流の変動等による音波の伝搬特性の変化及び制御系の特性変化に応じて修正するように適応制御を行う。

上記構成において、先ずデジタルフィルタ32、34にはそれぞれ伝達関数の導出結果から定められた第5図に示した伝達関数 H_e 、 H_c に相当する伝達関数を付与する為の制御パラメータが制御部50より設定される。この状態において伝搬通路10内において騒音源より発せられた音波がマイクロホン M_1 により検出されると、マイクロホン M_1 からの出力信号は入出力インターフェース30のA/D変換部22を介してデジタルフィルタ32、制御部50にそれぞれ入力される。

他方、騒音源からの伝搬音波はマイクロホン M_2 により検出され、マイクロホン M_2 の検出出力はA/D変換部28を介して制御部50に取り込

また制御部50は伝搬通路10の伝搬特性の変化及び制御系の特性変化に応じて前記制御パラメータの修正を随時行う。この結果マイクロホン M_2 より検出された騒音源からの伝搬音波は電気信号に変換され、A/D変換部22を介してディ

タルフィルタ32に入力され、該入力信号はディジタルフィルタ32によって制御部50から与えられた伝達関数に基づいて所定の振幅特性及び位相特性を有するディジタル信号に変換される。該ディジタル信号はD/A変換部26を介してアナログ信号に変換されスピーカS₁に印加され、スピーカS₁からマイクロホンM₁に対し騒音源からの伝搬音波を打ち消す為の音波が放射される。

一方、ディジタルフィルタ32のディジタル出力はディジタルフィルタ34にも入力され、ディジタルフィルタ34は制御部50から与えられた伝達関数に基づいてスピーカS₁からマイクロホンM₁側に帰還される音波を打ち消す為の音波をスピーカS₁から放射するのに必要な所定の振幅特性及び位相特性を有する駆動信号を作成し、D/A変換部24を介してスピーカS₁に出力する。

この結果、マイクロホンM₁の設置位置に於いて音波干渉により騒音源からの伝搬音波は消去さ

れると共に、スピーカS₁からマイクロホンM₁への付加音の帰還は抑圧される。

尚、伝搬通路10に於けるスピーカS₁とマイクロホンM₁との間の内壁面にグラスウール等の吸音材を配置することにより騒音のうちの高周波成分の音波の消音効果を高めることができる。

これは既述した音響的フィードバックの抑制にも効果を有するものである。また本実施例では2つの付加音源を有している為、一方の付加音源が故障しても単極音源方式の電子消音システムとして作動させることができる。

尚、上記実施例では電子消音システムを1台のみ示したが伝搬通路10が大口径の管路である場合或いは伝搬通路10に超高性能の消音効果が要求される際には電子消音システムを並列或いは直列に接続することによりこれらに対処することが可能である。

(発明の効果)

以上説明したように本発明では電子消音システムを実現化する上で要求される諸特性を満足させ

るモデルを作成し、該モデルによる解析結果に基づいてシステムを構成するようにしたので、本発明によれば、付加音源である電気機械変換手段から騒音源からの伝搬音波を検出する機械電気変換手段への音響的フィードバックを容易に抑制でき、適応制御による管路等の伝搬通路に発生する広帯域の非定常的騒音の安定した且つ高精度の消音を可能とした電子消音システムを実現することができる。

4. 図面の簡単な説明

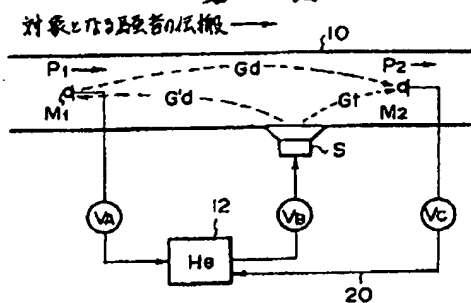
第1図乃至第3図は本発明に係る電子消音システムの原理を示し、第1図は電子消音システムの基本的なモデルを示す説明図、第2図は伝搬通路の伝搬特性及び各電気音響変換器自体の変換特性を考慮した電子消音システムのモデルを示す説明図、第3図は第2図に示したモデルを簡略化したモデルを示す説明図、第4図は本発明に係る双極音源方式の電子消音システムの原理図、第5図は伝搬通路の伝搬特性及び各電気音響変換器の変換特性を考慮した第4図に示した電子消音システム

のモデルを示す説明図、第6図は本発明に係る電子消音システムの具体的構成を示すブロック図である。

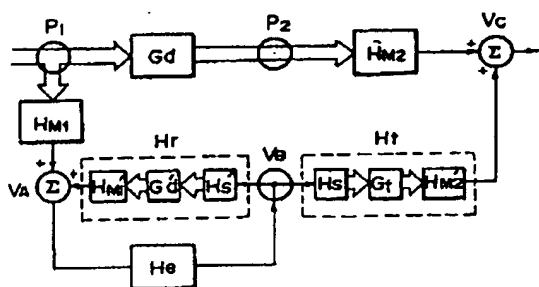
10…伝搬通路、 22、28…A/D変換部、 24、26…D/A変換部、 30…入出力インターフェース、 32、34…ディジタルフィルタ、 50…制御部。

代理人 弁理士 松浦憲三

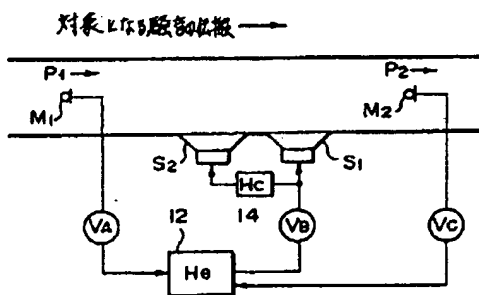
第 1 図



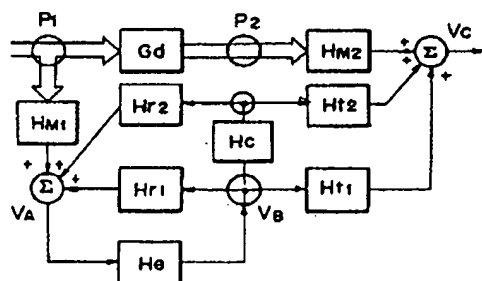
第 2 図



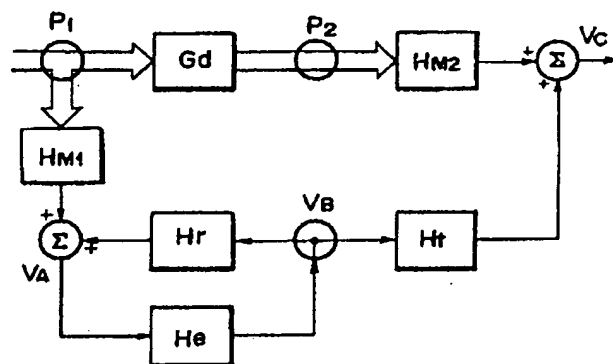
第 4 図



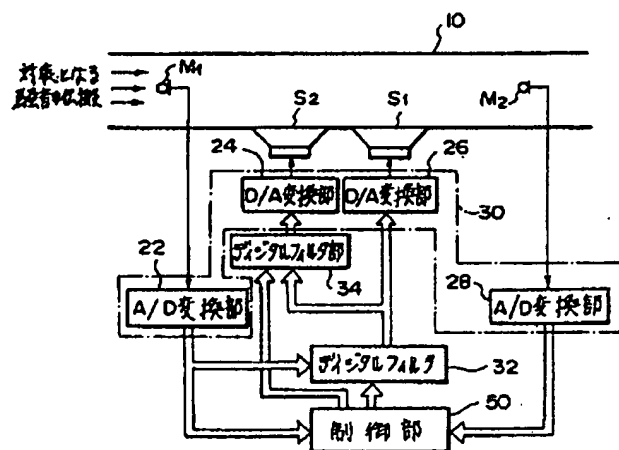
第 5 図



第 3 図



第 6 図



第1頁の続き

⑦発明者	栗 林 卓	東京都千代田区内神田1丁目1番14号 日立プラント建設株式会社内
⑧発明者	浅 見 欽 一 郎	東京都千代田区内神田1丁目1番14号 日立プラント建設株式会社内
⑨発明者	小 栗 敬 亮	東京都千代田区内神田1丁目1番14号 日立プラント建設株式会社内